



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2005 038 394 A1 2006.03.02

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 038 394.7
(22) Anmeldetag: 13.08.2005
(43) Offenlegungstag: 02.03.2006

(51) Int Cl.⁸: **G06T 7/20** (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
A61B 19/00 (2006.01)
G01N 29/26 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10/928,938 27.08.2004 US

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

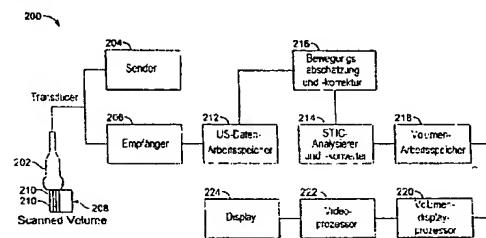
(71) Anmelder:
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(72) Erfinder:
Schoisswohl, Armin, Wels, AT; Falkensammer,
Peter, Vocklabruck, AT

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Systeme zur Bewegungskorrektur in einem volumetrischen Ultraschall Datensatz**

(57) Zusammenfassung: Geschaffen ist ein Verfahren (1200) zum Korrigieren (1220) von Bewegungsartefakten in einem volumetrischen Datensatz. Zu dem Verfahren (1200) gehört der Schritt, einen volumetrischen Datensatz zu gewinnen (1202), der räumliche und zeitliche Daten enthält, die ein Objekt (312) betreffen. Der volumetrische Datensatz wird in Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) gruppiert (1204), so dass mindestens zwei benachbarte Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) ein gemeinsames physisches Schichtbild (304) innerhalb des Objekts (312) zu unterschiedlichen Zeitpunkten kennzeichnen. Die Relativbewegung zwischen benachbarten Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) wird für die Schichtbilder des volumetrischen Datensatzes bestimmt (1206) und verwendet, um die Relativbewegung zwischen den benachbarten Schichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) zu kompensieren (1220).



Beschreibung**HINTERGRUND ZU DER ERFINDUNG**

[0001] Die Erfindung betrifft die Bewegungskorrektur in der diagnostischen Ultraschallbildgebung. Insbesondere betrifft die Erfindung Verfahren und Vorrichtungen zum Akquirieren und Verarbeiten von Ultraschalldaten, um Bewegungsartefakte in Ultraschallbildern zu reduzieren.

Stand der Technik

[0002] Zumindest einige bekannte Ultraschallsysteme sind in der Lage, mehrere Ultraschallbilder eines vorgegebenen Ziels räumlich zu einem zusammengesetzten Bild zusammenzuführen/zusammensetzen. Der Begriff "Zusammensetzen" in dem hier verwendeten Sinne bedeutet ein nicht kohärentes Zusammenführen mehrerer Datensätze, von denen jeder einen Bildframe definiert, mit dem Ziel, einen neuen, einzelnen Datensatz zu erzeugen. Die Datensätze können an unterschiedlichen Orten gewonnen sein und/oder können jeweils zu unterschiedlichen Zeitpunkten gewonnen sein. Die Datensätze oder Frames werden zusammengeführt, um ein einzelnes zusammengesetztes Bild zu erzeugen indem die entsprechenden Daten jedes Punktes in dem zusammengesetzten Bildzielobjekt zusammengeführt werden. Indem ausgehend von im Wesentlichen voneinander unabhängigen Positionen eine Serie teilweise überlappender, getrennter Bildframes akquiriert wird, kann eine Bildgebung, die räumlich zusammengesetzte Bilder nutzt, in Echtzeit durchgeführt werden. Die getrennten Frames werden zu einem zusammengesetzten Bild zusammengeführt, indem die Ortsveränderung bewertet wird, die geschätzte Änderung kompensiert wird und danach durch Summierung, Mittelwertbildung, Spitzenwertdetektion oder ein sonstiges kombinatorisches Mittel eine Zusammenführung vorgenommen wird. Das zusammengesetzte Bild kann eine breiteres Sichtfeld wiedergeben.

[0003] Im Falle einer räumlichen, zusammengesetzte Bilder verwendenden Bildgebung in Echtzeit, sind für die Erzeugung jedes neuen zusammengesetzten Bildframes mehrere Bildframes erforderlich. Zwischen Akquisition des ersten für einen Aufbau des zusammengesetzten Bildes verwendeten Frames und des letzten in dem zusammengesetzten Bild verwendeten Frames besteht eine Zeitdifferenz. Aufgrund der Zeitdifferenz zwischen den Akquisitionen von Frames können in dem Bild erhebliche Fehlausrichtung vorliegen. Die Fehlausrichtung in dem Bild kann in dem zusammengesetzten Bild Unschärfe hervorrufen, wenn für den Aufbau des zusammengesetzten Bildes eine große Anzahl von Bildframes verwendet wird. Die resultierende Unschärfe ist möglicherweise etwas geringer, falls zum Konstruieren des Bildes eine kleinere Anzahl von Bildframes verwen-

det wird. Zwar ist es im Allgemeinen erwünscht, eine große Anzahl von Bildframes zu akquirieren, jedoch erfordert die große Anzahl von Bildframes eine längere Zeitspanne zum Akquirieren, in der die Unschärfe auf ein unerwünschtes Maß ansteigen kann.

Aufgabenstellung

[0004] Es existieren gewisse Arten von Bewegung des Bildziels, die von Interesse sind, beispielsweise die Bewegung eines schlagenden Herzens. Allerdings kommen auch unerwünschte Bewegungen vor. Ursachen für unerwünschte Bewegungen sind beispielsweise die Atmung des gescannten Patienten und die Bewegung eines Fötus im Mutterleib, die eine unerwünschte Bewegung des Bildziels hervorrufen, sowie eine unerwünschte Bewegung des Ultraschallscanners durch die bedienende Person. Es wird nach verbesserten Verfahren und Systemen zur Bewegungskorrektur in volumetrischen Datensätzen gesucht.

KURZBESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0005] In einem Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren zum Korrigieren von Bewegungsartefakten in einem volumetrischen Datensatz geschaffen. Zu dem Verfahren gehört der Schritt der Gewinnung eines volumetrischen Datensatzes, der räumliche und zeitliche Daten enthält, die ein Objekt betreffen. Der volumetrische Datensatz wird in Datenschichtbildern organisiert, so dass mindestens zwei benachbarte Datenschichtbilder in dem Objekt ein gemeinsames physisches Schichtbild zu unterschiedlichen Zeitpunkten kennzeichnen. Die Relativbewegung zwischen benachbarten Datenschichtbildern wird für die Schichtbilder des volumetrischen Datensatzes bestimmt und dazu genutzt, die relativen Positionen zwischen den benachbarten Schichtbildern zu korrigieren.

[0006] In noch einem Ausführungsbeispiel ist ein Ultraschallsystem geschaffen, das Bewegungsartefakte in einem volumetrischen Datensatz korrigiert. Das System enthält einen Arbeitsspeicher zum Speichern eines volumetrischen Datensatzes, der räumliche und zeitliche Daten beinhaltet, die ein Objekt betreffen. Der volumetrische Datensatz wird in Datenschichtbildern organisiert, so dass mindestens zwei benachbarte Datenschichtbilder innerhalb des Objekts ein und dasselbe physische Schichtbild zu unterschiedlichen Zeitpunkten kennzeichnen. Es ist eine Prozessoreinheit vorgesehen, um in dem volumetrischen Datensatz eine Relativbewegung zwischen benachbarten Datenschichtbildern zu ermitteln. Die Prozessoreinheit kompensiert die Relativbewegung zwischen benachbarten ersten und zweiten Schichtbildern.

Ausführungsbeispiel

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] **Fig. 1** zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschallsystems, das gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist.

[0008] **Fig. 2** zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschallsystems, das verwendet wird, um Ultraschallbilder zu erfassen und zu verarbeiten, gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0009] **Fig. 3** veranschaulicht einen exemplarischen Scandurchgang, der an einem Objekt mittels des in **Fig. 1** gezeigten Ultraschallsystems akquiriert wurde.

[0010] **Fig. 4** zeigt einen exemplarischen Graphen einer gegen die Zeit- und Raum-(T/S)-Achse aufgetragenen Intensität für Scandaten, die durch das Ultraschallsystem nach **Fig. 1** gesammelt wurden.

[0011] **Fig. 5** zeigt in einem Kartesischen Koordinatensystem ein Beispiel für ein Zusammenpassen von zwei Bildern, die relativ zueinander translatorisch bewegt werden.

[0012] **Fig. 6** zeigt in einem Kartesischen Koordinatensystem ein Beispiel für ein Zusammenpassen von zwei Bildern, die relativ zueinander translatorisch und drehend bewegt werden.

[0013] **Fig. 7** zeigt ein Beispiel einer kumulativen Tabelle, in der kumulative/absolute Bewegungen für VDS-Daten aufgezeichnet sind, die durch das Ultraschallsystem nach **Fig. 1** gesammelt wurden.

[0014] **Fig. 8** zeigt anhand eines Beispiels, wie die VDS-Daten von einem ursprünglichen Koordinatensystem auf ein korrigiertes Referenzkoordinatensystem (CRCS = Corrected Reference Coordinate System) abgebildet werden.

[0015] **Fig. 9** zeigt ein Beispiel für Scanzeilenabstastwerte, die für durch das Ultraschallsystem nach **Fig. 1** gesammelte Scandaten von einem Referenzkoordinatensystem (RCS = Reference Coordinate System) auf ein korrigiertes RCS (CRCS) abgebildet sind.

[0016] **Fig. 10** veranschaulicht anhand eines Beispiels, wie die Anzahl von Abtastpunkten für die Operation des Abbildens nach **Fig. 9** erhöht wird.

[0017] **Fig. 11** veranschaulicht ein Beispiel für eine Bewegungskorrektur für die durch das Ultraschallsystem nach **Fig. 1** gesammelten VDS-Daten-schichtbilder.

[0018] **Fig. 12** zeigt ein Flussdiagramm eines ex-

emplarischen Verfahrens zum Kompensieren einer Bewegung in Ultraschallscandaten.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0019] **Fig. 1** zeigt ein Blockdiagramm eines Ultraschallsystems **100**, das gemäß eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung aufgebaut ist. Das Ultraschallsystem **100** enthält einen Sender **102**, der in einem Arraytransducer **106** mehrere Transducerelemente **104** treibt, um gepulste Ultraschallsignale in einen Körper abzustrahlen. Es können vielfältige Geometrien verwendet werden. Die Ultraschallsignale werden von Dichtegrenzschichten und/oder Strukturen in dem Körper, beispielsweise von Blutzellen oder Muskelgewebe, rückgestreut, was Echos erzeugt, die zu den Transducerelementen **104** zurückkehren. Die Echos werden von einem Empfänger **108** empfangen. Die empfangenen Echos werden durch einen Strahlformer **110** gelenkt, der eine Strahlformung ausführt und ein HF-Signal ausgibt. Das HF-Signal wird anschließend von einem HF-Prozessor **112** verarbeitet. Alternativ kann der HF-Prozessor **112** einen (nicht gezeigten) Komplex-Demodulator enthalten, der das HF-Signal demoduliert, um IQ-Datenpaare zu bilden, die die Echosignale repräsentieren. Die HF- oder IQ-Signaldaten können anschließend für eine vorübergehende Speicherung unmittelbar in einen HF/IQ-Puffer **114** verzweigt werden.

[0020] Das Ultraschallsystem **100** enthält ferner einen Signalprozessor **116**, der die akquirierten Ultraschalldaten (d. h. HF-Signaldaten oder IQ-Datenpaare) verarbeitet und Frames von Ultraschalldaten für eine Wiedergabe auf einem Displaysystem **118** vorbereitet. Der Signalprozessor **116** ist dazu eingerichtet, gemäß einer Vielzahl von auswählbaren Ultraschallbetriebsarten an den erlangten Ultraschalldaten ein oder mehrere Verarbeitungsschritte durchzuführen. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel werden akquirierte Ultraschalldaten in einem Scandurchlauf in Echtzeit verarbeitet während die Echosignale empfangen werden. In einem alternativen Ausführungsbeispiel können die Ultraschalldaten während eines Scandurchlaufs vorübergehend in einem HF/IQ-Puffer **114** gespeichert und in einem Live- oder Offlinebetrieb echtzeitverzögert verarbeitet werden.

[0021] Das Ultraschallsystem **100** kann fortlaufend Ultraschalldaten mit einer Framerate von mehr als 50 Bildern pro Sekunde akquirieren, was annähernd der Wahrnehmungsrate des menschlichen Auges entspricht. Die akquirierten Ultraschalldaten können auf dem Displaysystem **118** mit einer geringeren Framerate wiedergegeben werden. Es ist ein Bildpuffer **122** vorhanden, um verarbeitete Frames akquirierter Ultraschalldaten zu speichern, die nicht für eine sofortige Wiedergabe bestimmt sind. In dem exemplarischen Ausführungsbeispiel ist die Kapazität des Bild-

puffers **122** vorzugsweise ausreichend groß, um der Dauer von wenigstens einigen Sekunden entsprechende Frames von Ultraschalldaten zu speichern. Die Frames von Ultraschalldaten werden in einer Weise gespeichert, dass deren Auslesen entsprechend der Rangfolge oder dem Zeitpunkt der Akquisition ermöglicht ist. Der Bildpuffer **122** kann wenigstens eine Speichereinrichtung enthalten, beispielsweise, jedoch ohne darauf beschränkt zu sein, einen RAM-Speicher (RAM) oder ein sonstiges bekanntes Datenspeichermedium.

[0022] Fig. 2 veranschaulicht ein gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung konstruiertes Ultraschallsystem **200**. Das System **200** enthält eine Sonde **202**, die mit einem Sender **204** und einem Empfänger **206** verbunden ist. Die Sonde **202** sendet Ultraschallpulse aus und empfängt von Strukturen innerhalb eines gescannten Ultraschallvolumens **208** ausgehende Echos. Ein Arbeitsspeicher **212** speichert von dem Empfänger **206** ausgegebene Ultraschalldaten, die von dem gescannten Ultraschallvolumen **208** abgeleitet sind. Das Volumen **208** kann durch vielfältige Techniken gewonnen werden (z.B. durch dreidimensionales Scannen, 3D-Bildgebung in Echtzeit, Volumenscannen, 2D-Scannen mit Positionierungssensoren aufweisenden Transducern, Freihandscannen unter Verwendung eines Volumenelementkorrelationsverfahrens, 2D- oder Matrix-Array-Transducer und dergleichen).

[0023] Die Sonde **202** wird beispielsweise während des Scannens eines interessierenden Bereichs (ROI = Region Of Interest) entlang einem geraden oder gekrümmten Pfad bewegt. An jeder Geraden- oder Kurvenposition akquiriert die Sonde **202** Scanebenen **210**. Die Scanebenen **210** werden in dem Arbeitsspeicher **212** gespeichert und anschließend an einen räumlichen und zeitlichen Bildkorrelations-(STIC = Spatial and Temporal Image Correlation)-Analysierer und -konverter **214** übermittelt. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Sonde **202** Zeilen anstelle von Scanebenen **210** akquirieren, und der Arbeitsspeicher **212** kann anstelle der Scanebenen **210** die durch die Sonde **202** erhaltenen Zeilen speichern. Ausgegebene Daten werden von dem Arbeitsspeicher **212** einer Bewegungsschätzfunktion/Korrekturfunktion **216** zur Verarbeitung und anschließend an den STIC-Analysierer und -konverter **214** übermittelt. Der STIC-Analysierer und -konverter **214** speichert Daten in einem Volumenarbeitsspeicher **218** und ein Volumendisplayprozessor **220** greift auf die Daten zu. Der Volumendisplayprozessor **220** führt an den Daten Volumenrendern und/oder andere Bildverarbeitungstechniken durch. Die von dem Volumendisplayprozessor **220** ausgegebenen Daten werden an einen Videoprozessor **222** übergeben und von dem Videoprozessor **222** an ein Display **224** weitergeleitet.

[0024] Die Position jedes Echosignalabstastwerts (Volumenelements) kann durch geometrische Genauigkeit (d. h. den Abstand von einem Volumenelement zum nächsten), durch eine Ultraschallantwort und durch von der Ultraschallantwort abgeleitete Werte definiert sein. Geeignete Ultraschallantworten können beispielsweise Graustufen-, Colour-Flow-Werte und Angio-Doppler- oder Power-Doppler-Daten sein.

[0025] In der Darstellung nach Fig. 3 kann der Arraytransducer **106** (Fig. 1) ein Volumen **300**, das ein Objekt **312** enthält, langsam scannen, beispielsweise eine volumetrische Überstreichung des Objekts **312** (über einen Winkel von beispielsweise 10-30 Grad) innerhalb von 7 bis 15 Sekunden durchführen. Indem entlang eines Schichtbildes **304** des Volumens **300** Ultraschallwellen **302** ausgesendet werden und anschließend ein nächstes Schichtbild **304** durch Variieren der Elevation **306** des Ultraschallscans akquiriert wird kann eine volumetrische Überstreichung erzeugt werden. Beispielsweise kann sich das Voxel **308** in einem volumetrischen Schichtbild **304** befinden und noch ein weiteres Voxel **310** kann sich in einem anderen volumetrischen Schichtbild **304** befinden. Während des Überstreichens kann das Objekt **312**, beispielsweise ein schlagendes Herz, seine Gestalt aufgrund der Bewegung des Objekts **312** ändern. In dem volumetrischen Datensatz der Überstreichung kann es auch aufgrund einer Bewegung des Arraytransducers **106** zu unerwünschten Bewegungsartefakten kommen. Eine Bewegung des Arraytransducers **106** kann beispielsweise durch das Atmen des gescannten Patienten sowie durch andere hier zuvor erörterte Ursachen hervorgerufen werden.

[0026] Fig. 4 zeigt einen exemplarischen Graphen **400**, der für durch das System **100** gesammelte Scandaten (Fig. 1) eine gegenüber einer Zeit- und Raum-(T/S)-Achse **404** aufgetragene Intensität **402** veranschaulicht. Zu einem ersten Abschnitt des Verfahrens zum Korrigieren von Bewegungsartefakten in einem volumetrischen Datensatz (VDS = Volumetric Data Set) gehört der Schritt, einen VDS zu akquirieren, der räumliche und zeitliche Daten enthält, die ein Objekt **312** betreffen (Fig. 3). Die Intensität **402** kann von volumetrischen Daten für einen Abstastzeilenpunkt abgeleitet sein. Auf die Intensität **402** kann ein Verfahren (beispielsweise eine rasche Fouriertransformation) angewandt werden, um ein Frequenzspektrum **406** zu erzeugen. Falls es sich bei dem Objekt **312** um ein Herz handelt schließt das erzeugte Frequenzspektrum **406** ein Frequenzspektrum des Gewebesignals ein, das mit der Bewegung des Herzschlags überlagert ist. Darüber hinaus kann das Frequenzspektrum **406** sowohl eine unerwünschte überlagerte Bewegung als auch eine den Herzschlag kennzeichnende Bewegung enthalten. Eine unerwünschte Bewegung kann die größere Wirkung in

dem Beitrag zu Unterschieden zwischen zwei benachbarten Schichtbildern des VDS aufweisen. Beispielsweise kann die Änderung der Gestalt des Herzens zwischen zwei benachbarten Schichtbildern sehr gering sein, und eine eventuell vorhandene unerwünschte Bewegung kann den Hauptanteil zu einer Fehlausrichtung des Bildes beitragen. Benachbarte Schichtbilder können relativ zu einander (translatorisch oder rotatorisch) bewegt werden, um zu versuchen, die Schichtbilder beispielsweise hinsichtlich der Intensitäten der Schichtbilder zur Deckung zu bringen. Die für ein optimales Zurdeckungbringen der benachbarten Schichtbilder erforderliche Bewegung kann als eine Relativbewegung (translatorische und rotatorische Änderung) eines Schichtbilds gegenüber dem anderen aufgezeichnet werden.

[0027] Fig. 5 veranschaulicht einen Abschnitt **500** eines volumetrischen Datensatzes, in dem benachbarte Datenschichtbilder **502** und **504** in dem Kartesischen Koordinatensystem von einem in das andere überführt werden. Die Datenschichtbilder **502** und **504** werden in der xy-Ebene relativ zueinander bewegt oder verschoben. Punkt **514** in dem Datenschichtbild **504** wird von dem entsprechenden Punkt **506** in dem Datenschichtbild **502** in der x-Richtung um 1 Einheit nach rechts und in der y-Richtung um 2 Einheiten nach oben verschoben. Desgleichen werden Punkte **516**, **518** und **520** in dem Datenschichtbild **504** von den entsprechenden Punkten **508**, **510** und **512** in dem benachbarten Datenschichtbild **502** ausgehend um entsprechende Beträge in x und y-Richtung verschoben. Durch Addieren relativer Änderungen oder Deltawerte (Δ) zu den x- und y-Koordinaten, beispielsweise $\Delta x = -1$ und $\Delta y = -2$ für jeden Punkt des Datenschichtbilds **504**, wird der Punkt zu seinem entsprechenden/korrelierten Punkt in dem Datenschichtbild **502** bewegt. Falls beispielsweise zu dem Punkt **518** mit den Koordinaten (4,5) relative Veränderungen $\Delta x = -1$ und $\Delta y = -2$ addiert werden, werden die Koordinaten $(4 - 1 = 3, 5 - 2 = 3)$ oder (3,3) für den entsprechenden Punkt **510** des Datenschichtbilds **502** gewonnen.

[0028] Fig. 6 veranschaulicht einen Abschnitt **600** des VDS, in dem benachbarte Datenschichtbilder **602** und **604** gedreht und von dem einen in das andere überführt werden. In dem Beispiel nach Fig. 6 wurde das Segment, das die Punkte **618** und **620** des Datenschichtbilds **604** verbindet, um einen Winkelbetrag θ in der xy-Ebene gedreht. Dementsprechend kann das Datenschichtbild **602** anhand des Datenschichtbilds **626** erhalten werden, indem das Datenschichtbild **626** gedreht und das resultierende Datenschichtbild **604** translatorisch bewegt wird, um das Datenschichtbild **602** zu erhalten. Alternativ kann das Datenschichtbild **626** gedreht, anschließend translatorisch bewegt (beispielsweise in der x-Richtung), nochmals gedreht und translatorisch bewegt werden (beispielsweise in der y-Richtung), um das endgülti-

ge Ergebnis des Datenschichtbilds **602** zu erhalten. Alternativ kann das Datenschichtbild **602** anhand von Datenschichtbild **626** erhalten werden, indem das Datenschichtbild **626** zunächst translatorisch bewegt und anschließend das Ergebnis gedreht wird, um das Datenschichtbild **602** zu erhalten. Die Reihenfolge der Schritte des Drehens und translatorischen Bewe- gens kann variieren. Die Beispiele nach Fig. 5 und Fig. 6 veranschaulichen ein Beispiel für eine Durchführung eines, auch als Ausrichten bekanntes, Zurdeckungbringen von Bildern, um ein einzelnes Bild, beispielsweise das Datenschichtbild **602**, anhand eines anderen, beispielsweise des Datenschichtbilds **626**, zu erhalten.

[0029] Zur Durchführung einer Korrelation zwischen Bildern können vielfältige Ausrichtungsalgorithmen verwendet werden, wie beispielsweise Ausrichtungs- algorithmen, die geometrische Merkmale in den Bil- dern verwenden, z.B. Punkte, Linien und Flächen, die Transformation durch ein Identifizieren von Merkma- len wie Sätzen von Bildpunkten zu bestimmen, die ein und demselben physischen Objekt entsprechen, das in beiden Frames sichtbar ist. Ausrichtungsalgo- rithmen können auf Bildintensitätswerten begründet sein, so dass sie eine Bildtransformation bestimmen, die einen Ähnlichkeitsmesswert zwischen jedem der Schichtbilder optimiert. Ausrichtungsalgorithmen können auch den Aufwand der Suche in einem zu durchsuchenden Raum reduzieren (beispielsweise die Anzahl der Kombinationen von Translationen und Drehungen, die an einem Datensatz durchzuführen sind, um für einen anderen ein optimales Zusammen- passen zu erhalten).

[0030] Der volumetrischer Datensatz, der ein Objekt betreffende räumliche und zeitliche Daten enthält, wird anhand des Ultraschallscanvorgangs in Echtzeit gesammelt. Die unverarbeiteten volumetrischen Da- ten werden in Datenschichtbilder gruppiert und in ei- nem Arbeitsspeicher, beispielsweise dem Arbeits- speicher **202** des System **200** nach Fig. 2, gespei- chert. Je zwei benachbarte Schichtbilder repräsentie- ren ein gemeinsames physisches Schichtbild in dem gescannten Objekt zu unterschiedlichen Zeitpunkten. Sobald ein VDS gewonnen wurde, wird eine hier als Relativbewegung zwischen den benachbarten Schichtbildern bezeichnete Differenz hinsichtlich der Position (Translation) und Orientierung (Rotation) zwischen benachbarten Datenschichtbildern berech- net. Es kann eineessoreinheit, beispielsweise der Abtastkonverter **206** nach Fig. 2, verwendet wer- den, um die Berechnungen durchzuführen. Die Be- rechnung der Relativbewegung wird zwischen aufei- nanderfolgenden benachbarten Schichtbildern vor- genommen, beispielsweise zwischen einem ersten und zweiten Schichtbild, zwischen einem zweiten und dritten Schichtbild, zwischen einem dritten und vierten Schichtbild, und so fort. Die Berechnungen der Relativbewegung ähneln den in den Fig. 5 und

Fig. 6 erörterten Operationen. Vor Durchführung der Relativbewegungsberechnungen kann der VDS anhand eines für den akquirierten VDS verwendeten Akquisitionskoordinatensystems, beispielsweise eines polaren Koordinatensystems, in ein rechtwinkliges Koordinatensystem, beispielsweise ein Kartesisches Koordinatensystem abgebildet werden. Sobald die Relativbewegung zwischen benachbarten Schichtbildern für sämtliche benachbarten Schichtbilder aufgezeichnet ist, können die volumetrischen Rohdaten anschließend durch eine Reihe von Operationen hinsichtlich der Relativbewegung korrigiert werden. Die Relativbewegungsberechnungen können zwischen benachbarten Schichtbildern in einer Änderungsnotation aufgezeichnet werden, wobei beispielsweise Δx eine Veränderung in Richtung der x-Achse, Δy eine Veränderung in Richtung der y-Achse und $\Delta\theta$ der Rotationswinkel innerhalb der xy-Ebene ist. Dementsprechend kann ($\Delta x(21)$, $\Delta y(21)$, $\Delta\theta(21)$) die Änderung zwischen den Schichtbildern 2 und 1 relativ zu dem Schichtbild 1 bezeichnen, ($\Delta x(32)$, $\Delta y(32)$, $\Delta\theta(32)$) kann die Änderung zwischen den Schichtbildern 3 und 2 relativ zu dem Schichtbild 2 bezeichnen, und so fort.

[0031] Ein Korrigieren der volumetrischen Rohdaten hinsichtlich der Relativbewegung zwischen benachbarten Schichtbildern beinhaltet die folgenden Operationen, wie sie im Einzelnen weiter unten erläutert werden. Unter Verwendung der berechneten Relativbewegungen, wird eine kumulative absolute Bewegung jedes Datensatzschichtbilds relativ zu einem Referenzkoordinatensystem (RCS), beispielsweise dem RCS, berechnet, in dem ein erstes Schichtbild keine Änderung aufweist. Das Referenzkoordinatensystem (RCS) für ein erstes Schichtbild kann als Ergebnis einer einfachen Konvertierung der Schichtbildkoordinaten des Akquisitionskoordinatensystems, die in Form eines polaren Koordinatensystems vorliegen können, in kartesische Koordinaten gewonnen werden. Basierend auf der absoluten Bewegung der Datensatzschichtbilder bezüglich dem RCS, wird ein optimiertes oder richtigeres RCS (CRCS) definiert. Obwohl das RCS ein Kartesisches Koordinatensystem sein kann, ist das sich ergebende CRCS möglicherweise nicht kartesisch. Sobald das CRCS definiert ist, folgt der Schritt des Bewegens/Abbildens eines Abtastsektors oder Schichtbilds, beispielsweise einer Abtastscanzeile mit identifizierten Abtastpunkten, von dem RCS in das neue CRCS.

[0032] Durch ein Interpolationsverfahren wird eine erhöhte Dichte von Abtastpunkten in dem neuen CRCS erzeugt (beispielsweise durch ein Verdoppeln oder Verdreifachen der Liniendichte der Abtastscanzeile). Unter Verwendung der erzeugten Dichte wird die Dichte von Abtastpunkten in dem CRCS hinsichtlich der korrelierten VDS-Punkte in dem RCS gesucht und gefunden/extrahiert (z.B. invers abgebildet). Die Translations/Rotations-Bewegung, die die korrelier-

ten VDS-Punkte von dem RCS in die entsprechende Dichte von Abtastpunkten in dem CRCS transformiert, wird identifiziert. Die identifizierte Translation/Rotation wird auf sämtliche VDS-Datenschichtbilder des Akquisitionskoordinatensystems angewandt. Beispielsweise kann die Bewegungsschätzfunktion/Korrekturfunktion 216 nach **Fig. 2** die oben erwähnten Operationen ausführen, wobei die translatorisch/rotatorisch bewegten unverarbeiteten volumetrischen Daten anschließend in dem Schichtbildspeicher 210 gespeichert werden. Sobald die oben beschriebenen Operationen zu Ende geführt sind, können die unverarbeiteten, hinsichtlich der Bewegung korrigierten volumetrischen Daten anschließend verarbeitet werden, um ein Ultraschallbild zu bilden.

[0033] Alternativ können die Berechnung der Relativbewegung und die Korrektur der Datenschichtbilder hinsichtlich der Bewegung nach einer Verarbeitung (Zusammensetzen) der Rohdaten durchgeführt werden, jedoch kann eine herkömmliche in Echtzeit durchgeführte Berechnung ein Durchführen der Operationen des beschriebenen Verfahrens in einer alternativen Folge mittels Zusammensetzen von Bildern vermeiden.

[0034] **Fig. 7** zeigt eine kumulative Tabelle 700, in der kumulative/absolute Bewegungen für die VDS-Schichtbilder berechnet sind. Die kumulative absolute Bewegung der Datensatzschichtbilder bezüglich eines Referenzkoordinatensystems (RCS) lassen sich, wie in der kumulativen Tabelle 700 gezeigt, durch kumulatives Addieren der Relativbewegungen benachbarter Schichtbilder bezüglich eines Referenzschichtbilds/Referenzsystems ermitteln. Beispielsweise ist in dem RCS, in dem das erste Schichtbild S1 keine Veränderung aufweist, $\Delta x = 0$, $\Delta y = 0$ und $\Delta\theta = 0$. Ein zweites Schichtbild S2 kann eine absolute Bewegungsänderung aufweisen, die äquivalent ist zu der relativen Bewegungsänderung zwischen den Schichtbildern 2 und 1, wobei die relative Bewegungsänderung beispielsweise ($\Delta x(21)$, $\Delta y(21)$, $\Delta\theta(21)$) ist. Diese Notation kann als die relative Veränderung in x-Richtung für das Schichtbild 2 relativ zu dem Schichtbild 1, die relative Veränderung in y-Richtung für das Schichtbild 2 relativ zu dem Schichtbild 1 und die relative Veränderung des Drehwinkels θ für das Schichtbild 2 relativ zu dem Schichtbild 1 angesehen werden. Die absolute Bewegungsänderung für ein drittes Schichtbild S3 lässt sich ermitteln, indem zu der ermittelten relativen Bewegungsänderung für das Schichtbild 3 relativ zu dem Schichtbild 2 die rotatorische absolute Bewegungsänderung des Schichtbilds 2 addiert wird. Beispielsweise ist die absolute Bewegungsänderung für S3 ($\Delta x(32) + \cos(\Delta\theta(21)) \cdot \Delta x(21) + \sin(\Delta\theta(21)) \cdot \Delta y(21)$, $\Delta y(32) - \sin(\Delta\theta(21)) \cdot \Delta x(21) + \cos(\Delta\theta(21)) \cdot \Delta y(21)$, $\Delta\theta(21) + \Delta\theta(32)$). In ähnlicher Weise kann die absolute Bewegungsänderung in den nachfolgenden Schichtbildern berechnet werden. Die Berechnung

einer absoluten Bewegung setzt die Kenntnis der Bewegung sämtlicher volumetrischen Datenschichtbilder voraus, während im Falle der Berechnung der Relativbewegung lediglich die Kenntnis der Bewegung von zwei benachbarten Datenschichtbildern erforderlich ist.

[0035] Fig. 8 veranschaulicht ein CRCS 800. Basierend auf der absoluten Bewegung der Datenschichtbilder relativ zu einem RCS 802, beispielsweise der absoluten Bewegung, wie sie in der Tabelle 700 als Beispiel veranschaulicht ist, wird ein korrigiertes Referenzkoordinatensystem CRCS 800 ermittelt, so dass die volumetrischen Datenschichtbilder näher um den Ursprung 804 des CRCS 800 zentriert sind. Das CRCS 800 kann mit einem Ursprung 804 so gewählt werden, dass ein optimales Überlappen der volumetrischen Daten erreicht wird, wobei jedes Datenschichtbild, sofern das Schichtbild in dem CRCS 800 zu bewegen/positionieren ist, minimal bewegt werden würde. Der Ursprung 804 des CRCS lässt sich beispielsweise durch eine Mittelwertbildung der minimalen und maximalen Verschiebung hinsichtlich der Translation/Rotation ermitteln, oder indem der Wert des Mittelpunktes der Translations/Rotations-Verschiebung übernommen wird, oder indem die Enden der Verschiebung hinsichtlich volumetrischer Daten gelöscht werden und irgend eine Form einer Datenreduktion angewandt wird. Indem das CRCS 800 geeignet ausgewählt wird, so dass die volumetrischen Datenschichtbilder zentriert werden, wenn sie von dem RCS 802 in das CRCS 800 bewegt werden, ist eine geringere Menge volumetrischer Daten erforderlich, um ein Qualitätsbild zu erhalten. Ein optimal gewähltes CRCS kann dazu beitragen, zu vermeiden, dass ein Abschneiden von Daten (Entfernen von Daten) an einem Ende des Datenbereichs größer ausfällt als an einem anderen Ende. Das CRCS 800 nach **Fig. 8** muss nicht unbedingt ein rechtwinkliges oder Kartesisches Koordinatensystem sein, auch wenn das RCS 802 möglicherweise kartesisch ist. Außerdem kann das RCS 802 das Ergebnis einer Konvertierung ursprünglicher volumetrischer Daten von polaren Koordinaten in ein Kartesisches Koordinatensystem sein, um die relative Translation/Rotation zwischen benachbarten Schichtbildern zu ermitteln. Das kartesische RCS 802, das sich aus einer Konvertierung eines polaren Koordinatensystems ergibt, kann ausreichend genau sein, um Abschätzungen von Relativbewegungen zu ermitteln, ist jedoch möglicherweise nicht ausreichend genau für die Bildauflösung. Es kann daher erwünscht sein, die Datenschichtbilder in dem ursprünglichen Akquisitionskoordinatensystem (beispielsweise einem polaren Koordinatensystem) hinsichtlich der Bewegung mit Blick auf Bewegungsartefakte zu korrigieren/kompensieren.

[0036] Fig. 9 veranschaulicht ein Beispiel eines Abbildens 900 von Scanzeilendatenabstastwerten von

dem RCS 802 in das CRCS 800. Die Abstastpunkte 906 und 910 einer Abstastzeile 902 werden auf entsprechende Abstastpunkte 908 und 912 einer Abstastzeile 904 abgebildet. Die Translation/Rotation, die angewandt wird, um das CRCS 800 anhand des RCS 802 zu ermitteln, wird angewandt, um die Abstastzeile 902 auf die Abstastzeile 904 abzubilden.

[0037] Fig. 10 veranschaulicht ein Beispiel eines Erhöhen der Anzahl von Abstastpunkten für das Abbilden nach **Fig. 9**. Mittels vielfältiger Techniken, beispielsweise Interpolation, kann ein Erhöhen der Dichte der Abstastpunkte entlang der Abstastzeile 904 durchgeführt werden (beispielsweise durch ein Verdoppeln oder Verdreifachen der ursprünglich abgebildeten Abstastpunkte). Das Erhöhen der Anzahl von Abstastpunkten entlang der Abstastzeile 904, beispielsweise die Hinzufügungen von Abstastpunkten 914, 916, 918 und 920, kann dafür eingesetzt werden, um eine Repositionieren von Abstastpunkten des RCS 802, beispielsweise der Abstastpunkte 906 und 910, genauer zu bestimmen. Sobald in dem CRCS 800 eine größere Dichte von Abstastpunkten (beispielsweise der Abstastpunkte 908, 912, 914, 916, 918 und 920) für die Scanzeile 904 erzeugt ist, kann die größere Dichte von Abstastpunkten auf passende VDS-Daten in dem RCS 802 invers abgebildet/korreliert werden. Die Korrelation der Abstastpunkte in dem CRCS 800 (beispielsweise 908, 912, 914, 916, 918 und 920) mit passenden Abstastpunkten in den tatsächlichen volumetrischen Daten identifiziert eine Relativbewegung (Translation/Rotation), die verwendet werden kann, um die korrelierten Abstastpunkte des RCS 802 auf Abstastpunkte des CRCS 800 abzubilden.

[0038] Fig. 11 veranschaulicht eine Bewegungskorrektur 1100 für die VDS-Datenschichtbilder. Die Bewegungskorrektur 1100 kann erreicht werden, indem die identifizierte Relativbewegung angewandt wird, die Abstastpunkte von dem RCS 802 in die korrelierten Abstastpunkte in dem CRCS 800 transformiert. Die identifizierte Relativbewegung kann auf sämtliche Datenpunkte/Schichtbilder 1102 des VDS, wie sie in dem Akquisitionsreferenzkoordinatensystem lokalisiert sind, angewandt werden, um bewegungskorrigierte/bewegungskompensierte(?) Schichtbilder 1104 hervorzubringen. Somit kann die identifizierte Relativbewegung zunächst für eine Anwendung in dem Akquisitionsreferenzkoordinatensystem, beispielsweise einem polaren Koordinatensystem angepasst werden, bevor sie auf die VDS-Daten angewandt wird. Ein Anwenden der identifizierten Relativbewegung auf sämtliche VDS-Datenschichtbilder 1102 in dem Akquisitionskoordinatensystem ergibt einen VDS, der hinsichtlich Bewegungsartefakten korrigiert ist, beispielsweise bewegungskorrigierte Schichtbilder 1104. Auf diese Weise lässt sich ein Teil der Unschärfe des Ultraschallbilds, die auf Bewegungsartefakte zurückzuführen ist, aus den VDS-Da-

ten mittels eines Faktors eliminieren.

[0039] **Fig. 12** zeigt ein Flussdiagramm **1200** eines exemplarischen Verfahrens zum Kompensieren von Bewegung in Ultraschallschichtdaten. Volumetrische Scandaten (VDS), die räumliche und zeitliche Daten enthalten können, werden beispielsweise durch das Ultraschallsystem **200** nach **Fig. 2** gesammelt **1202**. Benachbarte Schichtbilder werden in dem VDS identifiziert **1204** und von polaren Koordinaten in kartesische Koordinaten umgewandelt **1204**. Anschließend wird eine Relativbewegung zwischen zwei benachbarten Schichtbildern berechnet **1206**, um eine Relativbewegung (Verschiebung/Translation (beispielsweise Δx , Δy) und Rotation (beispielsweise $\Delta \theta$)) zwischen den benachbarten Schichtbildern zu erhalten. Beispielsweise können die Translation und Rotation zwischen den benachbarten Datenschichtbildern **602** und **604** nach **Fig. 6** berechnet werden. Die Schritte **1204** und **1206** können alternativ zu einem Schritt zusammengefasst sein. In Schritt **1208** wird eine Entscheidung darüber getroffen, ob weitere benachbarte Schichtbilder für eine Berechnung einer Relativbewegung vorhanden sind. Ist dies der Fall, wird für die weiteren benachbarten Schichtbilder eine Identifizierung **1204** und Konvertierung **1204** benachbarter Schichtbilder und eine weitere Berechnung **1206** einer Relativbewegung durchgeführt. Sobald die Berechnungen der Relativbewegung für sämtliche benachbarten Schichtbilder durchgeführt sind, wird die kumulative/absolute Bewegung für jedes Schichtbild in einem gewählten Referenzkoordinatensystem (RCS) berechnet **1210**. Das Ergebnis der Berechnung kann beispielsweise in der kumulativen Tabelle **700**, wie sie in **Fig. 7** gezeigt ist, gespeichert werden. Mittels der für jedes Schichtbild verfügbaren kumulativen/absoluten Bewegung wird ein CRCS definiert **1212**, das eine stärker zentrierte Ansicht der VDS-Daten ermöglicht. Beispielsweise erscheinen die in **Fig. 8** veranschaulichten Datenschichtbilder **806** im Vergleich zu der Positionierung der Datenschichtbilder **810** bezüglich des RCS-Ursprungs **808** näher um den CRCS-Ursprung **804** zentriert. In dem RCS definierte Abtastpunkte/Schichtbilder werden auf Positionen in dem Referenz-CRCS abgebildet **1214**. **Fig. 9** zeigt beispielsweise die Abtastpunkte **906** und **910**, die von einem RCS auf die Punkte **908** bzw. **912** in einem CRCS abgebildet sind. Anhand der abgebildeten Abtastpunkte wird in dem Referenz-CRCS eine größere Dichte der Abtastpunkte erzeugt **1216**. **Fig. 10** veranschaulicht beispielsweise das Erzeugen der Punkte **914** und **916** anhand des Abtastpunkts **912** und der Punkte **918** und **920** anhand des Abtastpunkts **908**. Die erzeugte Dichte von Abtastpunkten, beispielsweise der Abtastpunkte **908**, **912**, **914**, **916**, **918** und **920**, wird invers auf passende Datenpunkte in den VDS-Daten des Referenz-RCS abgebildet/korreliert **1218**. Sobald die Relativbewegung identifiziert ist, die zum Abbilden der Abtastpunkte des RCS auf korrelierte Abtastpunkte in dem

CRCS erforderlich ist, wird die identifizierte Relativbewegung auf die VDS-Datenschichtbilder in dem Akquisitionskoordinatensystem angewandt **1220**, um Bewegungsartefakte in den VDS-Daten zu kompensieren. **Fig. 11** veranschaulicht ein Beispiel, bei dem die identifizierte Relativbewegung auf Schichtbilder **1102** von VDS-Daten angewandt wird, um die bewegungskorrigierten Schichtbilder **1104** zu erhalten.

[0040] Ausführungsbeispiele diagnostischer Ultraschallsysteme sind im Vorausgehenden im Einzelnen beschrieben. Die Systeme sind nicht auf die hier beschriebenen speziellen Ausführungsbeispiele beschränkt, vielmehr können Komponenten jedes Systems unabhängig und getrennt von anderen hier beschriebenen Komponenten verwendet werden. Jede Systemkomponente kann auch in Kombination mit anderen Systemkomponenten verwendet werden.

[0041] Geschaffen ist ein Verfahren **1200** zum Korrigieren **1220** von Bewegungsartefakten in einem volumetrischen Datensatz. Zu dem Verfahren **1200** gehört der Schritt, einen volumetrischen Datensatz zu gewinnen **1202**, der räumliche und zeitliche Daten enthält, die ein Objekt **312** betreffen. Der volumetrische Datensatz wird in Datenschichtbildern **502**, **504**, **602**, **604**, **626** gruppiert **1204**, so dass mindestens zwei benachbarte Datenschichtbilder **502**, **504**, **602**, **604**, **626** ein gemeinsames physisches Schichtbild **304** innerhalb des Objekts **312** zu unterschiedlichen Zeitpunkten kennzeichnen. Die Relativbewegung zwischen benachbarten Datenschichtbildern **502**, **504**, **602**, **604**, **626** wird für die Schichtbilder des volumetrischen Datensatzes bestimmt **1206** und verwendet, um die Relativbewegung zwischen den benachbarten Schichtbildern **502**, **504**, **602**, **604**, **626** zu kompensieren **1220**.

[0042] Während die Erfindung anhand vielfältiger spezieller Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, wird der Fachmann erkennen, dass es möglich ist, die Erfindung mit Abwandlungen zu verwirklichen, ohne von dem Schutzbereich der Ansprüche abzuweichen.

Bezugszeichenliste

100	Ultraschallsystem
102	Sender
104	Transducerelemente
106	Arraytransducer
108	Empfänger
110	Strahlformer
112	HF-Prozessor
114	HF/IQ-Puffer
116	Signalprozessor
118	Displaysystem
122	Bildpuffer
200	Ultraschallsystem
202	Sonde

204 Sender
 206 Empfänger
 208 Ultraschallvolumen
 210 Scanebenen
 212 Arbeitsspeicher
 214 STIC-Analysierer und -konverter
 216 Bewegungsschätzfunktion/-Korrekturfunktion
 218 Volumenarbeitsspeicher
 220 Volumendisplayprozessor
 222 Videoprozessor
 224 Display
 300 Volumen
 302 Ultraschallwellen
 304 Schichtbild
 306 Elevation
 308 Voxel
 310 Voxel
 312 Objekt
 400 Graph
 402 Intensität
 404 Zeit- und Raumachse
 406 Frequenzspektrum
 500 Abschnitt
 502 Datenschichtbild
 504 Datenschichtbild
 506 Punkt
 508 Punkt
 510 Punkt
 512 Punkt
 514 Punkt
 516 Punkt
 518 Punkt
 520 Punkt
 600 Abschnitt
 602 Datenschichtbild
 604 Datenschichtbild
 618 Punkt
 620 Punkt
 626 Datenschichtbild
 700 Kumulative Tabelle
 800 CRCS (Corrected Reference Coordinate System = korrigiertes Referenzkoordinatensystem)
 802 RCS (Reference Coordinate System = Referenzkoordinatensystem)
 804 Ursprung
 900 Abbilden
 902 Abtastzeile
 904 Abtastzeile
 906 Abtastpunkt
 908 Abtastpunkt
 910 Abtastpunkt
 912 Abtastpunkt
 914 Abtastpunkt
 916 Abtastpunkt
 918 Abtastpunkt
 920 Abtastpunkt
 1100 Bewegungskorrektur

1102 Datenwerte/Schichtbilder
 1104 Bewegungskorrigierte Schichtbilder
 1200 Verfahren
 1202 Sammeln/Gewinnen
 1204 Identifizieren/Umwandeln
 1206 Berechnen/Bestimmen
 1208 Bestimmen
 1210 Berechnen/Bestimmen
 1212 Definieren/Bestimmen
 1214 Abbilden
 1216 Erzeugen
 1218 Inverses Abbilden/Korrelieren
 1220 Anwenden/Korrigieren

Patentansprüche

1. System (100) zum Korrigieren von Bewegungsartefakten in einem volumetrischen Datensatz, zu dem gehören:

ein Arbeitsspeicher (212) zum Speichern eines volumetrischen Datensatzes, der räumliche und zeitliche Daten beinhaltet, die ein Objekt (312) betreffen, wobei der volumetrische Datensatz in Form von Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) gruppiert ist, wobei mindestens zwei benachbarte der Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) ein gemeinsames Objekt (312) zu unterschiedlichen Zeitpunkten repräsentieren; und

eine Prozessoreinheit (116) zum Ermitteln (1206) einer Relativbewegung zwischen benachbarten ersten und zweiten Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) in dem volumetrischen Datensatz; wobei die Prozessoreinheit (116) die Relativbewegung zwischen den benachbarten ersten und zweiten Schichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) korrigiert (1220).

2. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) eine Differenz der Position und Orientierung zwischen den ersten und zweiten Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) als die Relativbewegung berechnet (1206).

3. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) die Arbeitsschritte des Bestimmens (1206) und Korrigierens (1220) für sämtliche der Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) in dem volumetrischen Datensatz wiederholt.

4. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) eine kumulative Bewegung der ersten und zweiten Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) relativ zu einem Referenzkoordinatensystem (802) des volumetrischen Datensatzes ermittelt (1210).

5. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) ein korrigiertes Referenzkoordinatensystem (800) für die ersten und zweiten Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) ermittelt (1212), wobei das korrigierte Referenzkoordinaten-

system (800) sich von einem Koordinatensystem des volumetrischen Datensatzes unterscheidet.

6. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) basierend auf der Relativbewegung zwischen den ersten und zweiten Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) ein Referenzkoordinatensystem berechnet.

7. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) die ersten und zweiten Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626) in ein neues Referenzkoordinatensystem transformiert, wobei die ersten und zweiten Datenschichtbilder (502, 504, 602, 604, 626), während des Abbildens in das neue Referenzkoordinatensystem basierend auf der Relativbewegung relativ zu einander verschoben werden.

8. System (100) nach Anspruch 1, bei dem die Prozessoreinheit (116) während des Korrigierens der Relativbewegung mindestens an den ersten und/oder den zweiten Datenschichtbildern (502, 504, 602, 604, 626) eine Rotations- und Translationsbewegung durchführt.

9. System (100) nach Anspruch 1, bei dem der volumetrische Datensatz mindestens entweder Ultraschall-, Röntgenstrahl-, CT-, MR- und/oder nuklearmedizinische Daten beinhaltet.

10. System (100) nach Anspruch 1, zu dem ferner eine Sonde (202) gehört, die über einen Scandurchlauf hinweg fortlaufend von dem Objekt (312) Ultraschalldaten als den volumetrischen Datensatz akquiriert (1202), wobei sich das Objekt (312) während des Scandurchlaufs durch wenigstens zwei Zyklen eines sich wiederholenden Musters bewegt.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

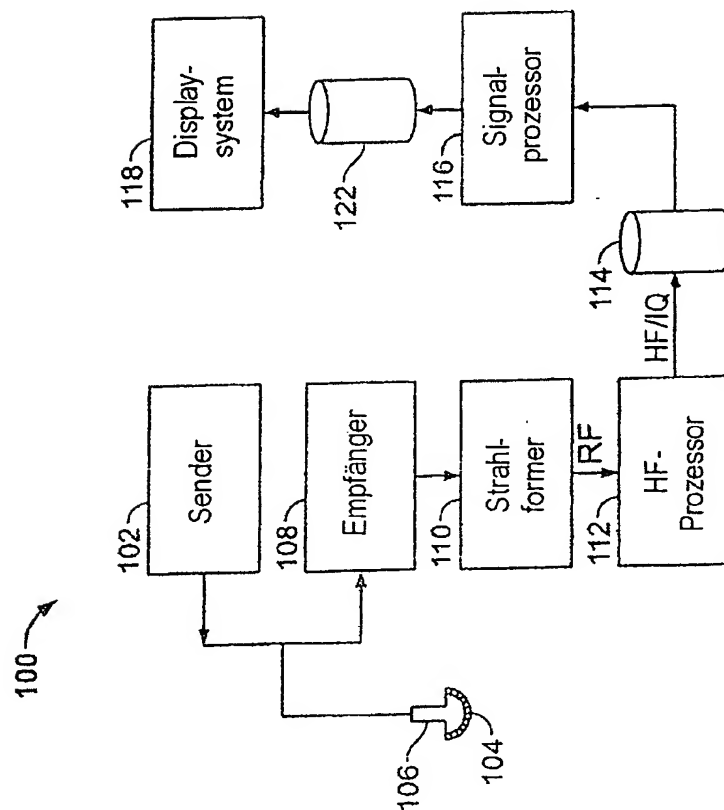


FIG. 1

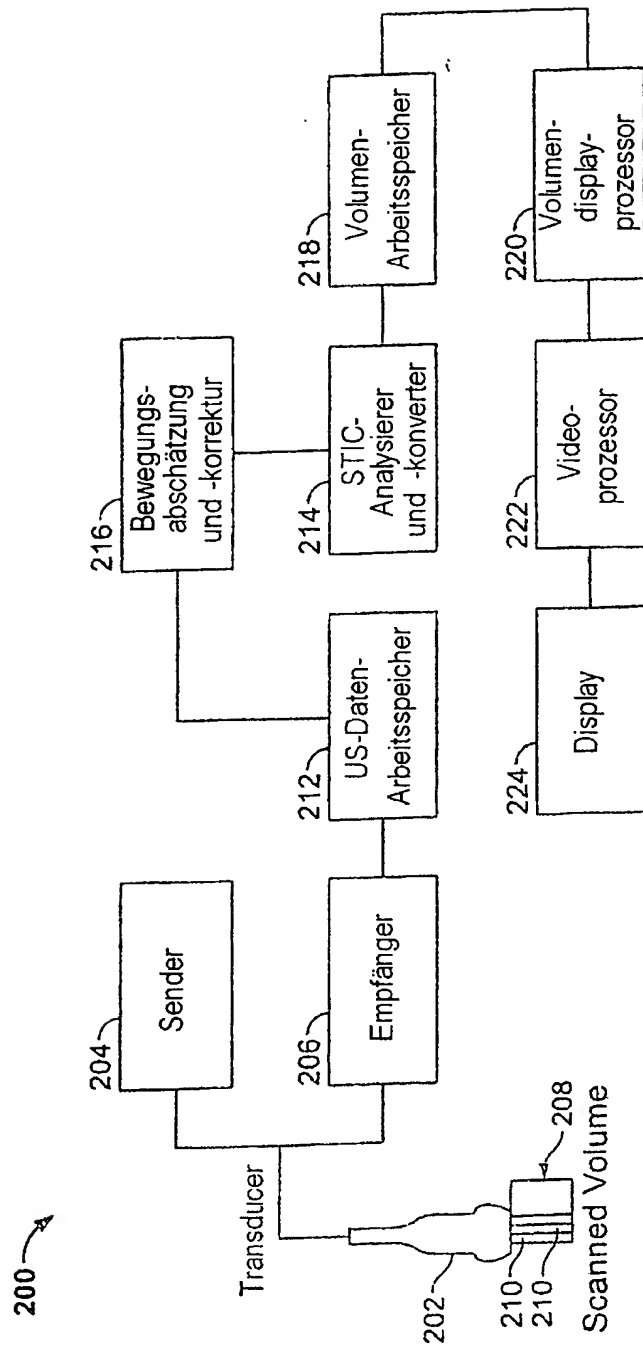


FIG. 2

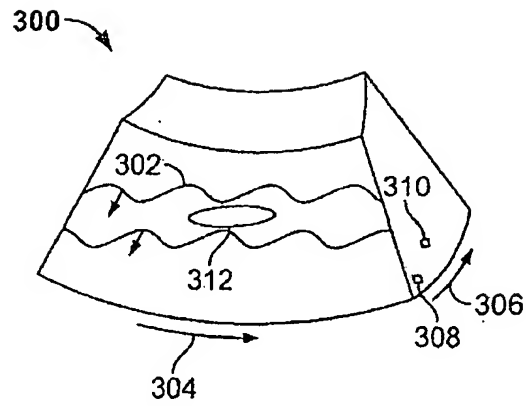


FIG. 3

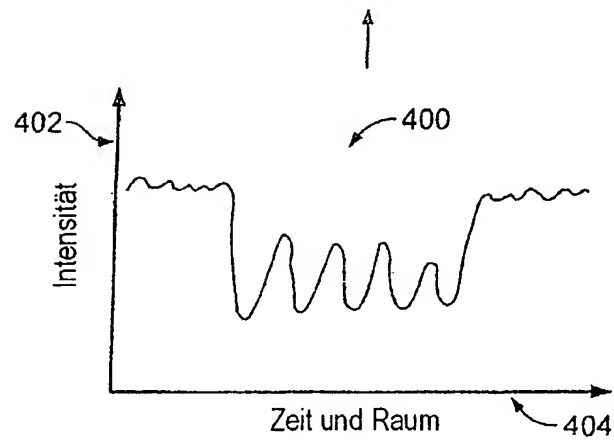
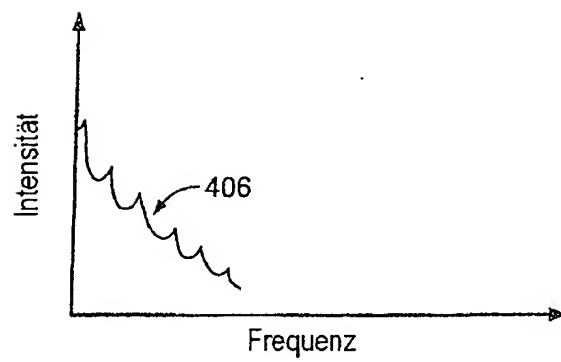


FIG. 4

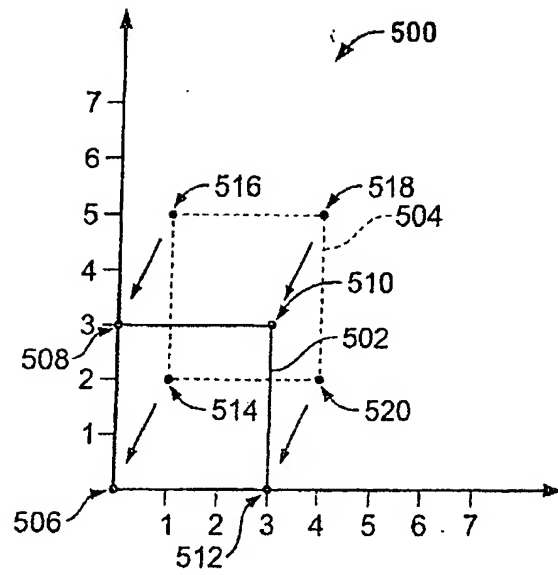


FIG. 5

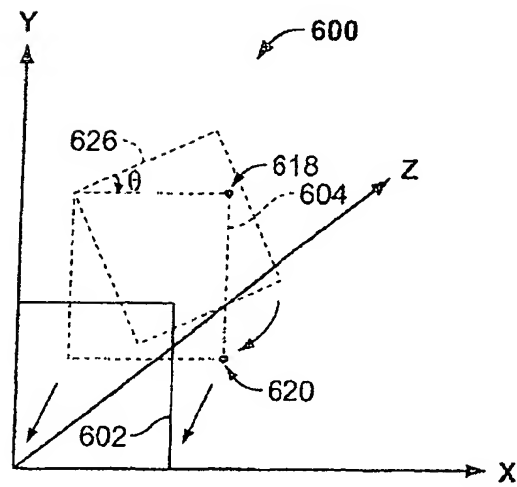


FIG. 6

700 ↗

Schicht- bild	Σx	Σy	$\Sigma \theta$
S1	0	0	0
S2	$\Delta x (21)$	$\Delta y (21)$	$\Delta \theta (21)$
S3	$\Delta x (32) + \cos (\Delta \theta (21))^*$ $\Delta x (21) + \sin (\Delta \theta (21))^*$ $\Delta y (21)$	$\Delta y (32) - \sin (\Delta \theta (21))^*$ $\Delta x (21) + \cos (\Delta \theta (21))^*$ $\Delta y (21)$	$\Delta \theta (21) + \Delta \theta (32)$
⋮	⋮	⋮	⋮

FIG. 7

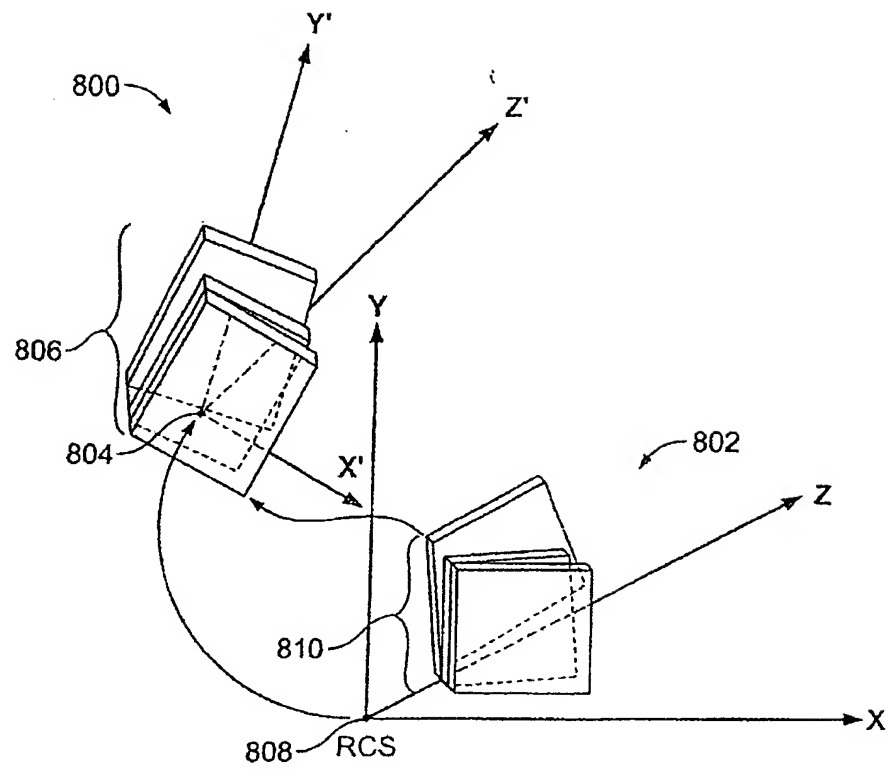


FIG. 8

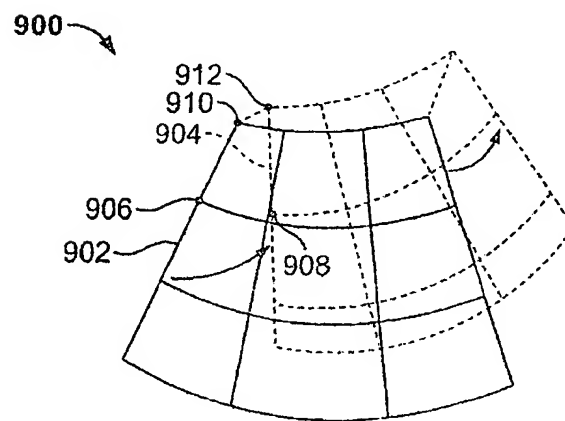


FIG. 9

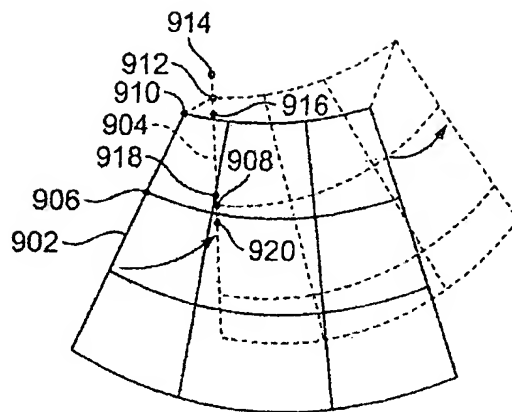


FIG. 10

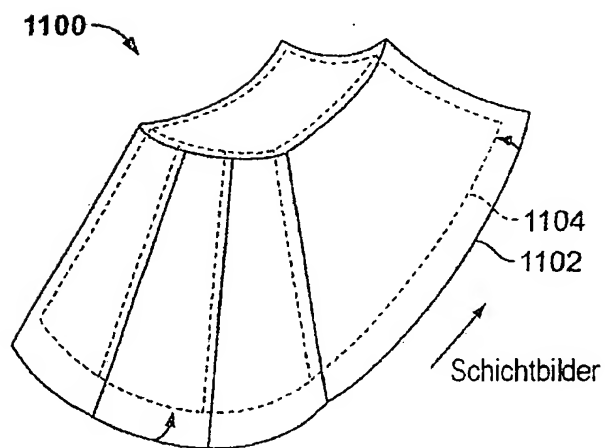


FIG. 11

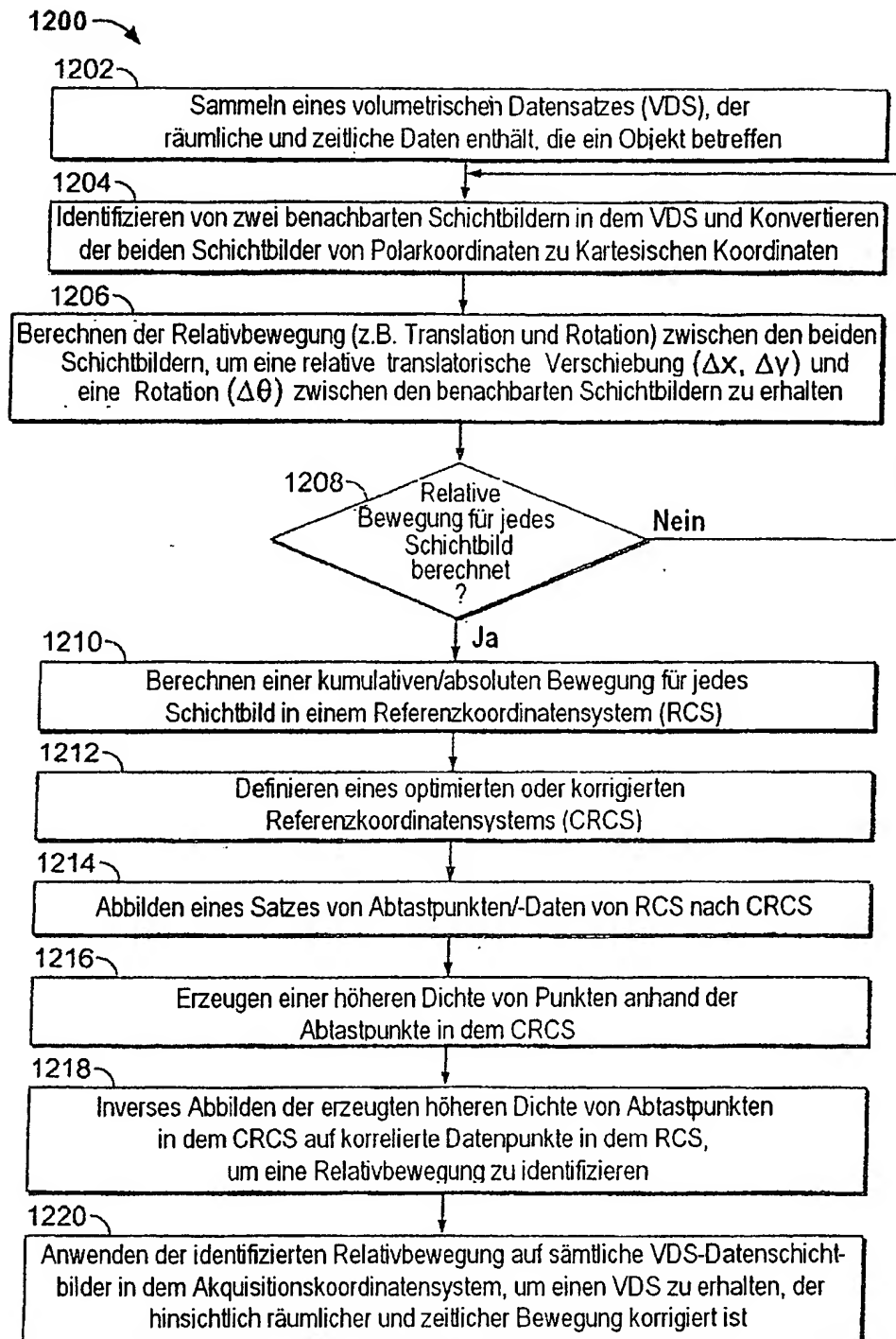


FIG. 12